

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-88241

(43) 公開日 平成6年(1994)3月29日

(51) Int. Cl.  
C23C 16/48  
16/54識別記号  
庁内整理番号  
7325-4K  
7325-4K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全6頁)

(21) 出願番号 特願平3-145757

(22) 出願日 平成3年(1991)6月18日

(71) 出願人 000005441

バブコック日立株式会社  
東京都千代田区大手町2丁目6番2号

(72) 発明者 七田 弘之

神奈川県横浜市磯子区磯子一丁目2番10号  
バブコック日立株式会社横浜工場内

(72) 発明者 山口 良祐

神奈川県横浜市磯子区磯子一丁目2番10号  
バブコック日立株式会社横浜工場内

(72) 発明者 村上 衛

神奈川県横浜市磯子区磯子一丁目2番10号  
バブコック日立株式会社横浜工場内

(74) 代理人 弁理士 西元 勝一

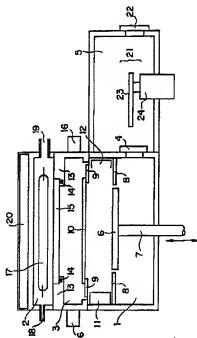
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 光CVD装置

## (57) 【要約】

【目的】 紫外線ランプの光によるエネルギーによって基板(ウエハ)上に薄膜を堆積させるに際し、紫外線ランプの長寿命化を図るのに好適な光CVD装置を提供することを目的とする。

【構成】 ランプハウス2内に収納された紫外線ランプ17からの光のエネルギーを用いて反応室1内に配置された基板上に薄膜を堆積させる光CVD装置において、ランプハウス2内の圧力を、反応室1の内部の圧力と独立に制御可能に構成すると共に、ランプハウス2内の圧力が1 Torr ~ 760 Torrの範囲に制御されるようになっており、ランプハウス1内の雰囲気ガスとしては、He又はH<sub>2</sub>が好適に使用され、光透過窓10と光透過窓15の2枚の光透過窓が配置され、光透過窓10は交換自在に配置されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ランプハウス内に収納された紫外線ランプからの光のエネルギーを用いて反応室内に配置された基板上に薄膜を堆積させる光CVD装置において、前記ランプハウス内の圧力を、前記反応室内部の圧力と独立に制御可能に構成すると共に、前記ランプハウス内の圧力が1 Torr～760 Torrの範囲に制御されるようになっていることを特徴とする光CVD装置。

【請求項2】 前記ランプハウス内の雰囲気ガスがH<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>であることを特徴とする請求項1の光CVD装置。

【請求項3】 前記ランプハウス内の紫外線ランプからの光を反応室に導入するための光透過窓を2枚備え、紫外線ランプ側の第1の光透過窓は前記反応室と前記ランプハウスとの差圧に耐え得る厚みを有し、シール部材を介して前記ランプハウス側と前記反応室側とを密封可能に区画すると共に、前記基板側の第2の光透過窓は前記反応室で交換可能に配置され、第2の光透過窓によって前記反応室の前記ランプハウス側に中間室を形成し、第2の光透過窓よりも基板側の反応室内に反応ガスを導入するようにしたことを特徴とする請求項1の光CVD装置。

【請求項4】 前記ランプハウスに該ランプハウスを冷却するための冷却機構が付設されていることを特徴とする請求項1の光CVD装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光CVD装置に係り、特に紫外線ランプの長寿命化と紫外線ランプによる基板上での紫外線照射強度低下を防止するのに好適な光CVD装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 光エネルギーを用いて基板上に薄膜を堆積させる光CVD装置においては、従来より、成膜速度の向上を目的とし、光源である紫外線ランプを真空中に設置し、光透過窓を薄肉化することによって基板上での紫外線強度を向上させることが提案されている（特開昭61-108126号公報）。

【0003】 しかし、一般に水銀ランプ等の放電管は、管表面温度が高くなるに連れ、放電管中の水銀蒸気と放電電極であるタングステンフィラメントに塗布されたB<sub>a</sub>等の酸化物より解離した酸素原子が結合し、固形物である酸化水銀（HgO）が生成される。このHgOが発電管内壁に付着し、光の透過が防げられ、紫外線強度が低下するという問題である。

【0004】 この反応は、350℃近傍で最も大となる傾向がある。また、真空槽内にランプを設置し点灯すると、管表面温度が約350～380℃となり、このため急速に紫外線強度が低下する。このような場合の紫外線ランプの劣化速度は、大気圧下に設置した管表面温度の

約200℃のランプに比較し、3～4倍の速さである。

【0005】 したがって、管表面温度の上昇による劣化を防止するためには、ランプの冷却が必要となる。例えば、光CVD装置（特開昭63-4105号公報）においては、ランプ近傍に不活性ガスを流してランプを冷却すると共に、ランプハウスを反応室と同圧に制御することを特徴としている。しかし、この光CVD装置においては、次のような問題点がある。

【0006】 (1) 代表的な不活性ガスであるN<sub>2</sub>は、単位面積当たりの熱容量が1.041kcal/kgkと小さく、ランプ温度をN<sub>2</sub>ガスで100℃～150℃程度に冷却するためには、数1/minの流量を必要とする。N<sub>2</sub>ガスを真空槽内に導入し、反応圧力である10<sup>-1</sup>～数Torr近辺まで排気し、その状態に保持できる大容量の真空ポンプを製造することは不可能に近いが、仮に可能であっても大型かつ、高価なものとなる。

【0007】 (2) 反応室は、反応の前後において、残存ガスの影響を無くするため、実用的には、10<sup>-4</sup>～10<sup>-6</sup>Torr程度の高真空を維持する。この操作により後述するように、ランプからの放熱熱量が変化し、ランプ表面温度が変化する。したがって、ランプハウスを反応室と同圧に保持することは、必ずしも紫外線ランプの長寿命化にはならない。

【0008】 本発明の目的は、上記した従来の課題を解決し、紫外線ランプの長寿命化を達成でき、これによって、基板上での紫外線照射強度低下を防止し、効率的に基板上に薄膜を堆積することができる光CVD装置を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 上記した目的を達成するために、本発明はランプハウス内に収納された紫外線ランプからの光のエネルギーを用いて反応室内に配置された基板上に薄膜を堆積させるに際し、ランプハウス内の圧力を、反応室内部の圧力と独立に制御可能に構成すると共に、ランプハウス内の圧力が1 Torr～760 Torrの範囲に制御するようにしたものである。

【0010】 また、本発明は、ランプハウス内の雰囲気ガスをH<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>としたものである。さらに、本発明は、ランプハウス内の紫外線ランプからの光を反応室に導入するための光透過窓を2枚備え、紫外線ランプ側の第1の光透過窓は反応室とランプハウスとの差圧に耐え得る厚みを有し、シール部材を介してランプハウス側と反応室側とを密封可能に区画すると共に、基板側の第2の光透過窓は反応室で交換可能に配置され、第2の光透過窓によって反応室のランプハウス側に中間室を形成し、第2の光透過窓よりも基板側の反応室内に反応ガスを導入するようにしたものである。また、本発明は、ランプハウスにランプハウス内を冷却するための冷却機構を付設したものである。

## 【0011】

3

【作用】ランプハウス内の圧力と反応室内部の圧力とは独立に一定圧力に制御可能とされ、ランプハウス内を1 Torr~760 Torr (大気圧) の範囲で制御される。1 Torr~760 Torr (大気圧) の範囲の領域では、雰囲気ガスによる伝熱特性が著しく向上し、紫外線ランプの管壁温度を低下させ、紫外線ランプの点灯時間による強度劣化は少なくなる。また、減圧下の雰囲気では、ランプハウスと反応室との圧力差が小さくなり、光透過窓を厚みを薄くでき、光の透過率が增大する。

【0012】特に、ランプハウスの雰囲気ガスをHe又はH<sub>2</sub>とすると、これらのガスは熱伝導率が高く、紫外線ランプの冷却効果に優れる。また、第1の光透過窓はランプハウスと反応室側との間でシールされ、ランプハウス及び反応室はそれぞれ有効な圧力に制御される。反応室は、第2の光透過窓より基板側の反応室内に導入されるから、第2の光透過窓の下側に急激な生じが、第2の光透過窓は交換可能に配置されるから、第2の光透過窓の交換のみでよい。また、ランプハウスを冷却機構に冷却することによって、紫外線ランプの管壁温度をより確実に低下される。

【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図1は本発明の光CVD装置の一実施例を示す概略的構成である。この光CVD装置においては、反応室1のランプハウス2側に中間室3が配置されており、反応室1はゲート機構4を介してロードロック室5と開放及び閉鎖可能に連通されている。

【0014】反応室1には、ウェハを搬送するサセプタ6とこのサセプタ6を昇降させるシャフト7が配置されており、サセプタ6が上昇した状態のときに反応室1の側面から水平方向に延設された突出部材8とサセプタ6が略同一面に位置するようにになっている。反応室1の上部側の両側壁面からホルダー9が突出して配設されており、このホルダー9によって光透過窓10が支持されるようになっている。

【0015】したがって、ホルダー9及び光透過窓10は、反応室1と中間室3とを区画する構成部材とされている。また、反応室1内には、サセプタ6上のウェハを所定の温度に加熱するためのヒータ (図示せず) が設けられている。

【0016】また、突出部材8とホルダー9との間の反応室1の側壁面の一側には、反応ガス供給口11が設けられ、他方側には反応ガス排気口12が設けられている。反応ガス供給口11には、例えば、多孔体からなるノズルを設けることが望ましい。このような多孔体としては、耐熱性粒子を焼結した微細通孔を多数有する焼結物が好適である。耐熱性粒子としては、特に0.1 μm~1 mm、好ましくは、0.2 μm~50 μmの平均粒子からなる金属粒子又はセラミックス粒子がよい。

4

【0017】中間室3の上部側壁面には突出部材13が形成されており、この突出部材13には段差部が形成されると共に、この段差部には溝が形成され、この溝にオリング14が装着されており、このオリング14によって光透過窓15の下面がシールされている。中間室3の外側には、ホルダー9を回転させるためのホルダー回転機構16が設置されている。そして、突出部材13と光透過窓15は中間室3とランプハウス2とを区画する構成部材とされ、光透過窓15は反応室1とランプハウス2との圧力差に耐え得る厚さを有している。

【0018】ランプハウス2には1又は複数の紫外線ランプ17が配設されており、ランプハウス2の側壁面の一方にはHe又はH<sub>2</sub>を導入するためのガス導入口18が設けられ、他方には排気口19が形成されており、排気口19には、特に図示していないが反応ガス排気口12とは、別個に独立して排気可能な真空ポンプ及びバルブ類等が設置されている。また、ランプハウス2はその上面側に冷却ジャケット20が設けられており、水又は冷却媒体 (冷却されたガス等) を流すようになっている。

【0019】ロードロック室5にはウェハ及び光透過窓10を搬送する搬送機構21とロードロック室5を気と仕切るゲート機構22とが設けられている。搬送機構21は、搬送アーム23とこのアームを昇降する昇降機構24とを備えている。

【0020】次に上記のように構成される光CVD装置の作用について説明する。ゲート機構22からロードロック室5内の搬送アーム23上にはウェハ (基板) を搬送し、搬送アーム23を回転させ、ゲート機構4を介してウェハをサセプタ6上に搬送する。次にシャフト7を上昇させ、サセプタ6を図に示す位置で停止させる。

【0021】反応室1内は、反応ガス排気口12を介して排気され、所定の真空度に保持される。反応室1内のヒータ (図示せず) によってサセプタ6上のウェハが所定の温度まで加熱される。

【0022】この状態で、紫外線ランプ17から紫外光が光透過窓15及び光透過窓10を介して反応空間に照射される。この場合、ランプハウス20内にはガス導入口18からHe又はH<sub>2</sub>ガスが導入されると共に、ランプハウス2内は所定の真空度に保持される。また、冷却ジャケット20内には水又は冷却ガス等の冷却媒体が導入され、ランプハウス2を冷却する。

【0023】反応ガスの励起・分解により生成される反応生成物がウェハ上に堆積する。ウェハに対する膜の形成が完了すると、ウェハの取り付け手順と逆の手順によってゲート機構4を開放し、このゲート機構4を閉鎖後、搬送アーム23によってロードロック室5からゲート機構22を介して外部に取り出される。したがって、反応室1の真空度を保持したままウェハの交換が可能である。

50

5

【0024】このような操作において、ランプハウス2内を一定の圧力に保持することによって紫外線ランプ17表面の温度の上昇を防止し、紫外線ランプ17の寿命を延ばすことができる。次にこの理由を説明する。

$$K = \frac{1}{3} \bar{v} \lambda \rho C_v \dots (1)$$

ここで、 $\bar{v}$  : 気体分子の平均速度  
 $\lambda$  : 気体分子の平均自由行程  
 $\rho$  : 気体の密度  
 $C_v$  : 定容比熱

$\rho \propto n$  ( $n$  は分子数),  $\lambda \propto \frac{1}{n}$  であるため、  
 $\rho \cdot \lambda = \text{const}$  となり、結果として  $K$  は圧力に依存しない。

また、 $\bar{v} \propto \sqrt{T/M}$  ( $T$ : 絶対温度,  $M$ : 分子量)

であるため、分子量の小さいガスほど熱伝導率は大きくなる。

【0026】したがって、ランプハウス2内は空気やN<sub>2</sub>、ガスで大気圧状態で保持するよりも減圧下でH<sub>2</sub>等の軽いガスの雰囲気下とする方が紫外線ランプ17表面からランプハウス2内に逃げる熱通過量が大きくなること

が分かる。  
 【0027】図2は、ランプハウス2内の圧力と紫外線ランプ管表面の温度変化との関係を示している。図2中、実線Aは冷却ジャケットを付設した例を示し、図2中、二点鎖線Bは冷却ジャケットを付設していない例を示している。図2から明らかなように、概略1 Torr 近傍より分子流領域から完全に粘性流領域になり、伝熱特性が著しく向上し、紫外線ランプ17の管壁温度が急激に低下している。

【0028】この際、流れ出る熱量Qは、 $Q = -k \Delta T$  ( $\Delta T$ と温度差)で表されるため、ランプハウス2を冷却ジャケット20により冷却している場合と冷却していない場合は低下する温度に差が生じている。さらにランプハウス2内の圧力を高くしていくと、1.0 Torr ~ 2.0 Torr 近傍で自然対流が発生し、伝熱効率が向上する傾向を示しているが、ランプハウス2を冷却ジャケット20により冷却している場合、その効果は比較的小さい。

【0029】上記の結果に鑑み、次に図3に大気圧下(B)、 $10^{-1}$  Torr 以下での高真空下(A)、1.0 Torr (C)の3種類の条件でそれぞれ紫外線ランプ17の点灯時間による紫外線ランプ17の強度劣化特性を調べた結果を示す。なお、図1における光透過窓15に相当する窓厚は、大気圧下(B)の場合は1.6mm、1.0 Torr (C)の場合は2mmであり、 $10^{-1}$  Torr 以下での高真空下(A)の場合は光透過窓15を設けていない。

【0030】図3では、点灯時間の0時間の時点で窓の

6

【0025】一般に、ガスの熱伝導率Kは、理想状態において次式(1)で表される。

【数1】

厚みによる紫外線強度の差が図に示すように生じている。紫外線ランプ17の紫外線強度は、高真空下( $10^{-1}$  Torr 以下での高真空下)(A)では急激に低下しているが、(B)及び(C)の場合、紫外線ランプ17の紫外線強度の低下は緩やかである。また、点灯時間3000時間後の場合においても窓の厚みも影響しているが、1.0 Torr (C)の条件の方が大気圧下(B)の条件の場合よりもウエハ上での紫外線強度が大きくなっている。

【0031】したがって、図2及び図3の結果から、ランプハウス2内の圧力を適切な圧力、すなわち、1 Torr 以上の粘性流領域となり得る圧力に保持すると、紫外線ランプ17の管壁温度を低下させることができ、ウエハ上での紫外線強度を長時間保持できることが分かる。

【0032】また、図1に示す実施例において、光透過窓15よりも反応室1側に光透過窓10を配置しているため、反応ガスによる窓曇りは、その殆どが光透過窓10の下面に生じ、光透過窓15の交換洗浄の頻度は極端に少なくなる。また、光透過窓10の交換は、ホルダ9をホルダ9回転機構を16を介して裏面側を支点として回転することによってサブスタ6、搬送アーム23等により反応室1内の真空を維持した状態で簡便に行うことができる。

【0033】図4は本発明の光CVD装置の他の実施例を示す概略的構成図である。図4において、図1と実質的に同一の構成部材は同一符号で示している。この光CVD装置は、ランプハウス20内を大気圧とするようになっており、かつ、ランプハウス20内には雰囲気ガスとしてのN<sub>2</sub>ガスを導入するためのガス導入口25とこのN<sub>2</sub>ガスをランプハウス20から排気するための排気口26が設けられている。

【0034】この光CVD装置においては、ランプハウス2が大気圧からなり、反応室1が高真空に保持され、

ランプハウス2と反応室1との間に圧力差があるため、この圧力差に耐え得るように光透過窓15の肉厚が厚くなり、ウエハ上での紫外線強度がやや低くなる。しかし、ランプハウス2内は $N_2$ により冷却されるために紫外線ランプ17の管壁温度を低くでき、紫外線ランプ17を長寿命化を図ることができる。また、ランプハウス2内は大気圧に保持されるから、従来のようにランプハウス2内を真空排気する必要がないため、システムを簡便化できる。

【0035】なお、図3から明らかなように大気圧下(B)では10 Torr (C)のときと3000時間の点灯時間を越える条件の場合、両者の差が小さいので、図4に示す光CVD装置の場合、紫外線ランプ17を3000時間以上使用する場合で、かつ、成膜条件として紫外線強度を余り必要としないような光CVD装置に対して有効となる。

【0036】特に図4に示す光CVD装置においては、反応ガス供給口11は、上段側のノズル11aと下段側のノズル11bを備え、ノズル11aから例えば、 $O_2$ 又は $N_2$ で希釈された $O_2$ が反応空間に導入され、一方、ノズル11bから、例えば、 $SiH_4$ 又は $N_2$ で希釈された $SiH_4$ が反応空間に導入される。この場合、ノズル11a、11bは多孔体からなるノズルで構成されているので、ガスの乱れや偏りがなく、整流されたものとなる。また、光透過窓10側には $O_2$ 又は $N_2$ で希釈された $O_2$ が整流された状態で反応空間に導入されるので、光透過窓10の下面に反応生成物である $Si$ 、 $O$ で付着する現象は極めて少なくなり、光透過窓10の交換頻度が大幅に減少する。

【0037】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、紫外線ラ

ンプを内蔵するランプハウス内の雰囲気ガスによる熱伝導効果により紫外線ランプの管壁温度を低下させることができるので、紫外線ランプの長寿命化を図ることができる。長期間にわたり効率的に成膜操作を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光CVD装置の一実施例を示す概略的構成図である。

【図2】紫外線ランプ管壁温度と雰囲気圧力との関係を示すグラフである。

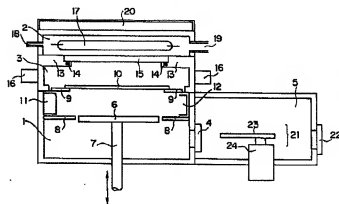
【図3】紫外線ランプの設置域の圧力の相違によるウエハ上での紫外線強度の経時変化を示すグラフである。

【図4】本発明の光CVD装置の他の実施例を示す概略的構成図である。

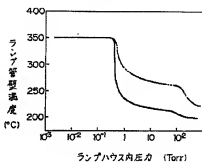
【符号の説明】

- 1 反応室
- 2 ランプハウス
- 3 中間室
- 4 ゲート機構
- 5 ロードロック室
- 6 サセプタ
- 9 ホルダー
- 10 光透過窓
- 11 反応ガス供給口
- 12 反応ガス排気口
- 15 光透過窓
- 16 ホルダー回転機構
- 17 紫外線ランプ
- 20 冷却ジャケット
- 21 搬送機構
- 22 ゲート機構

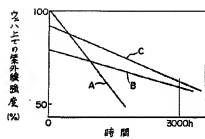
【図1】



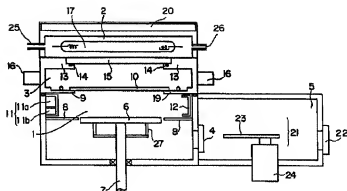
【図2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72) 発明者 佐古田 光太郎

神奈川県横浜市磯子区磯子一丁目 2 番 10 号

パプコック日立株式会社横浜工場内